

Actividad 5 – El efecto de los gases de efecto invernadero

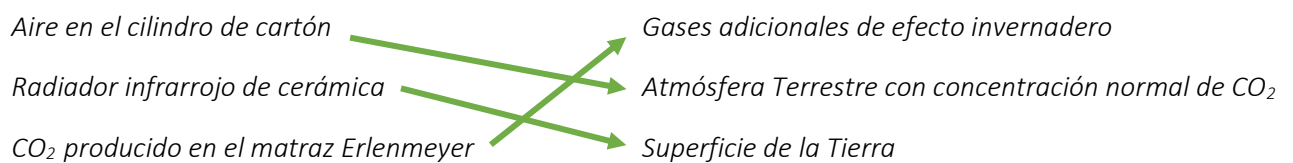


Moritz Strähle y
Cecilia Scorza

¿Cómo afecta los gases del efecto invernadero la temperatura de la Tierra?

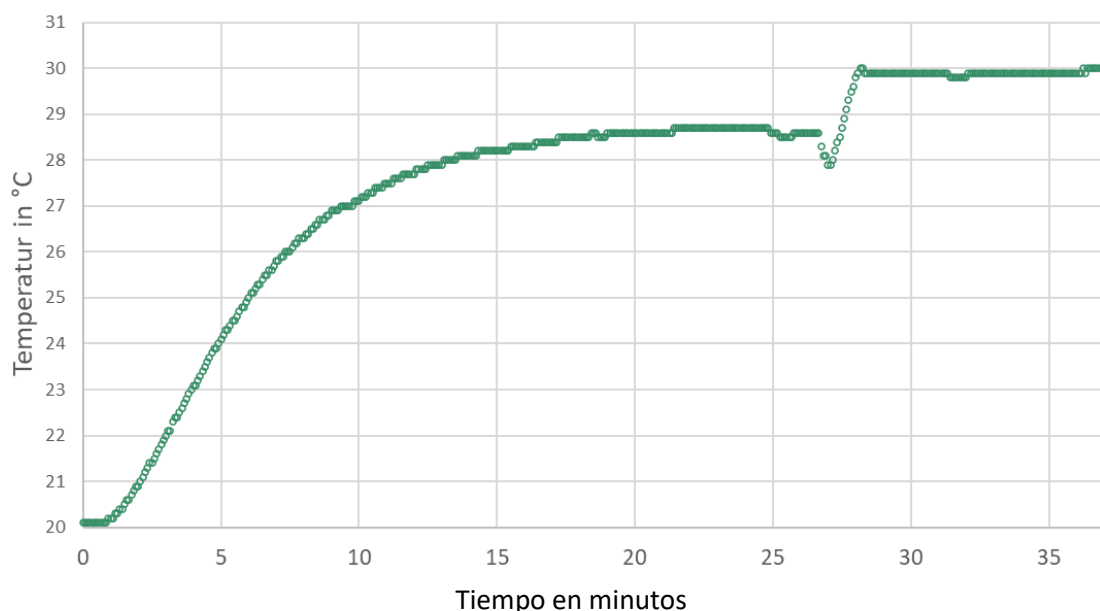
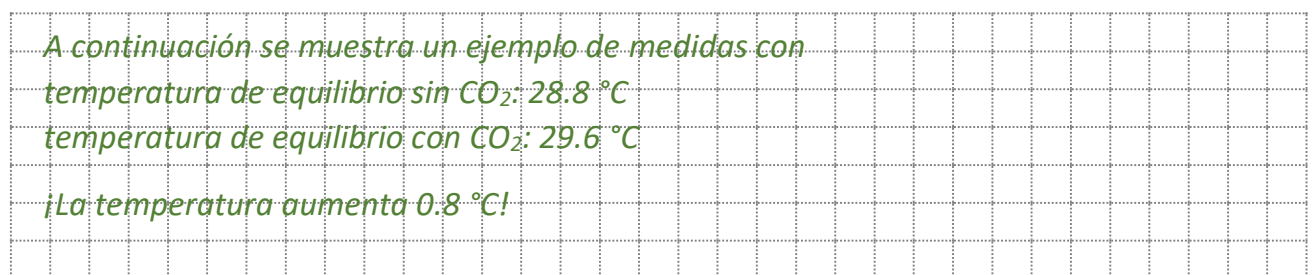
Parte 1: ¿Puede el CO₂ “interceptar” la radiación infrarroja invisible?

→ Enciende el radiador infrarrojo. A medida que el emisor se calienta, lee atentamente el texto de los antecedentes y relaciona las partes del experimento con sus equivalentes en la realidad:

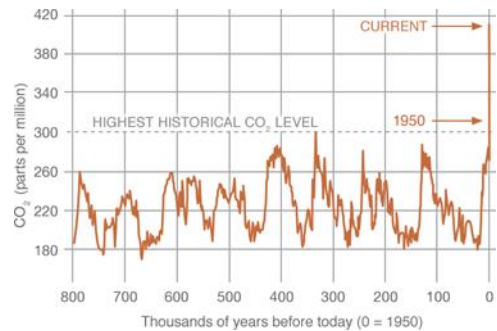


Ejecución

→ Espera hasta que la temperatura en el cilindro de cartón no cambie en un lapso de tiempo de 30 segundos y puedas asumir que se ha alcanzado la *temperatura de equilibrio* (en el rango entre 30 °C y 40 °C). ¡Anota ese valor! Esto puede tardar hasta 25 minutos si el radiador aún no se ha calentado.



? La concentración de CO₂ en la atmósfera se mide en partes por millón (ppm). Indica cuántas moléculas de CO₂ contiene un millón de moléculas de aire seco. Busca en Internet “NASA CO₂” y busca el valor actual de la concentración de CO₂ en la atmósfera. Compárala también con los valores históricos de los últimos 800,000 años que aparecen en la figura.

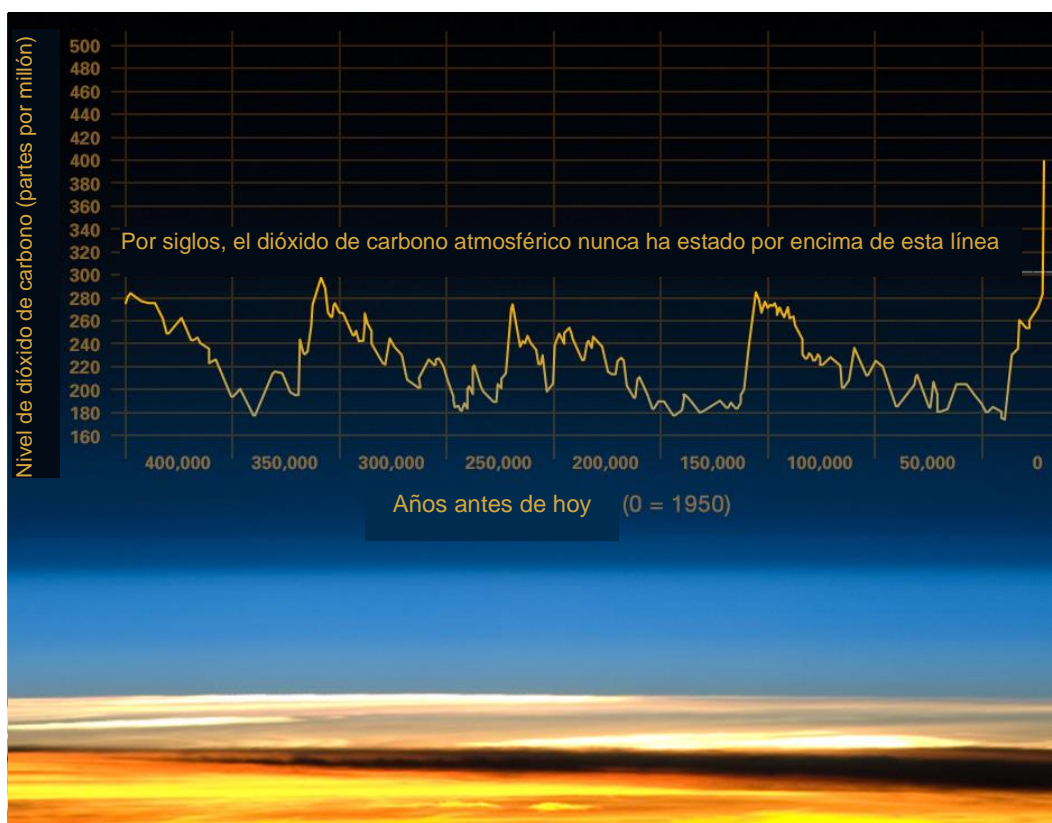


Fuente: NASA

La concentración de CO₂ en la atmósfera ha aumentado casi un 50% en los últimos 200 años, pasando de aproximadamente el 0.0280% (280 ppm) al 0.0416% (416 ppm) actual (NASA, febrero de 2021).

Se pueden observar fluctuaciones periódicas en los valores históricos, con períodos de mayor concentración de CO₂ alternados con períodos de menor concentración de CO₂.

Sin embargo, la tendencia en la concentración de CO₂ durante el último siglo es anormalmente alta y no es comparable con las fluctuaciones de los últimos 800,000 años. Hemos tenido un aumento extremadamente fuerte y rápido del CO₂ en la atmósfera desde el siglo XIX. ¡La concentración actual es más alta que nunca!



Fuente: climate.nasa.gov/evidence/

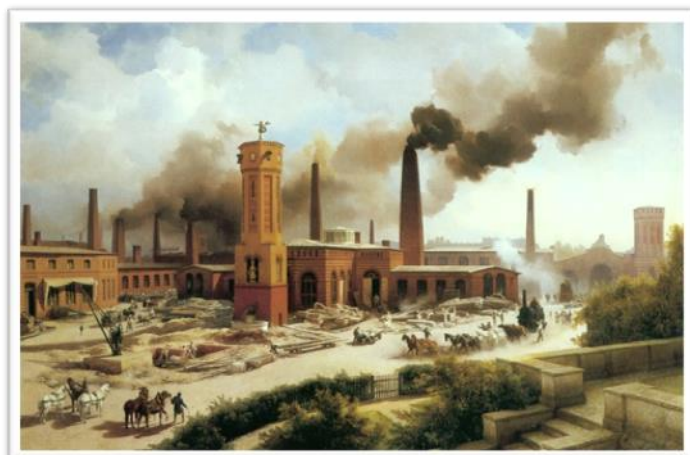
? ¿A qué se debe la concentración de gases de efecto invernadero observada desde el siglo XIX? ¿Qué relación guarda el experimento con estos datos? Resume tus conclusiones en dos oraciones.

Desde el siglo XIX o con el inicio de la revolución industrial, la humanidad emite enormes cantidades de CO₂ a través de máquinas ¡como los automóviles! Muchas de las tecnologías que ha desarrollado el ser humano se basan, entre otras cosas, en los combustibles fósiles o el carbón, y uno de sus productos es el CO₂. Por ejemplo, el CO₂ se emite para que podamos utilizar la electricidad!

Dado que el CO₂ en la atmósfera aumenta el efecto invernadero y, por lo tanto, hace que aumente la temperatura del planeta (recordatorio: equilibrio radiativo), es muy fácil ver que los humanos son directamente responsables del calentamiento global o cambio climático.



„The Fastest Time on Record“, Foto von 1893, Quelle: Wikimedia



Karl Eduard Biermann 1847

Quelle: Preußen Kunst und Architektur, Wikimedia (11.02.2020)

Parte 2: La radiación infrarroja es interceptada

Además de medir la temperatura en el cilindro de cartón, se puede medir también la radiación que la atraviesa (transmisión).

Ejecución:

- Espera que la temperatura se establezca a un valor constante (como se indica arriba) y luego observa la lectura de temperatura (y la imagen visible, si aplica) de la cámara termográfica mientras se vierte CO_2 en el cilindro de cartón.

Después de llenar el depósito con CO_2 , la imagen de la cámara termográfica cambia; la zona observada se vuelve algo más oscura o la temperatura que se puede leer disminuye un poco después de unos 5 minutos, aproximadamente 0.6°C menos.

El mismo proceso se muestra de forma más espectacular en el siguiente vídeo:

<https://www.youtube.com/watch?v=SeYfl45X1wo>

Tarea:

- ¡Interpreta el resultado! Ten en cuenta que la cámara termográfica calcula de temperatura de un objeto utilizando la radiación térmica emitida (Ver la Actividad 4 - Ley de Stefan-Boltzmann).

La radiación térmica ya no llega sin obstáculos a la cámara termográfica. El CO_2 absorbe la energía de la radiación térmica y la libera uniformemente en ambas direcciones (hacia la lámpara y hacia la cámara). Por lo tanto, no toda la radiación térmica de la lámpara llega a la cámara, la imagen se oscurece y la temperatura es más baja (Stefan-Boltzmann: menor radiación \rightarrow menor temperatura).

En esencia, se simuló aquí un aspecto del efecto invernadero en la Tierra:

La lámpara emite radiación térmica (que representa la Tierra) hacia la cámara termográfica (que representa el espacio). Sin embargo, el cilindro con el CO_2 (que representa la atmósfera) la absorbe e irradia de nueva una parte hacia atrás.

Parte 3: ¿Por qué los gases de efecto invernadero en la atmósfera calientan la superficie de la Tierra?

Ejecución:

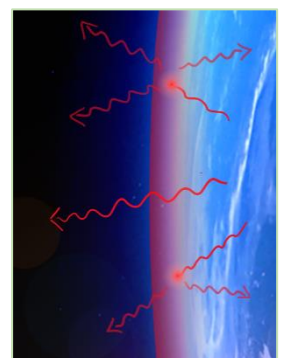
- En el siguiente experimento, la placa de Petri de vidrio actúa como una atmósfera muy densa de gases de efecto invernadero, la cual absorbe casi toda la radiación infrarroja de la superficie de la Tierra (radiador infrarrojo). Observa el radiador infrarrojo desde el frente con la cámara termográfica, primero sin la placa de vidrio y luego coloca la placa entre ambas con la ayuda de una pinza de madera (imagen de la izquierda). Observa durante aproximadamente un minuto y luego anota las observaciones

Sin la placa de cristal, en la cámara se ve una imagen brillante de rojo a blanco donde está el emisor. Con la placa de cristal en medio, esto cambia rápidamente, la imagen se vuelve más oscura y la temperatura también se reduce bruscamente en la zona donde se encuentra el emisor. Sin embargo, al cabo de un tiempo, la temperatura vuelve a aumentar un poco.

La placa de cristal absorbe la radiación térmica del radiador y vuelve a emitir radiación térmica. Con el tiempo, absorbe más energía del radiador y por esto aumenta la temperatura.

- Ahora mira (inmediatamente después) la placa de vidrio desde la superficie de la Tierra (imagen de la derecha). El efecto observado en este experimento es otro elemento crucial para comprender el efecto invernadero. Explícalo colocando los bloques de frases en el orden correcto:

- 1. El gas CO_2 de efecto invernadero absorbe la radiación térmica emitida por la Tierra.*
- 2. Se calienta al absorber energía radiante.*
- 3. El mismo gas calentado ahora irradia radiación infrarroja en todas las direcciones, incluso hacia la Tierra..*
- 4. Esta fuente adicional de radiación calienta la superficie de la Tierra.*



Reflexión de la radiación IR por la atmósfera